



VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA



FAKULTA STROJNÍ

KATEDRA VÝROBNÍCH STROJŮ A KONSTRUOVÁNÍ

# **Analýza výroby kovaných hlavní malorážových zbraní**

Technology Process Analysis of the Hammer Forged Small Arms  
Barrels

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

Student

Zbyněk Ouředník

Vedoucí práce

doc. Ing. Stanislav Procházka, CSc.

Ostrava 2016

# Zadání bakalářské práce

Student: **Zbyněk Ouředník**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 50 Lovecké, sportovní a obranné zbraně a střelivo  
Téma: **Analýza výroby kovaných hlavní malorážových zbraní**  
**Technology Process Analysis of the Hammer Forged Small Arms Barrels**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Popište obecně technologický postup výroby hlavní rotačním kováním zastudena.
2. Uveďte celý proces výroby od tyčového polotovaru po dokončovací operace (vzhled a tepelné zpracování tyče, úprava před vrtáním, vrtání hlubokého otvoru, zlepšení jakosti povrchu vrtaného otvoru, vlastní kování, dosahované redukce vzhledem k jakosti materiálu, výroba nábojové komory a přechodového kužele, dokončení vnějšího povrchu, rovnání aj).
3. Uveďte, jaké nástroje jsou pro tyto metody potřebné a zhodnoťte dosahované jakostní a výkonnostní parametry. Nakreslete (vymodelujte) a okótujte všechny důležité nástroje.
4. Uveďte potřebný strojový park s důrazem na popis kovacího stroje. Uveďte stav v ČR.
5. Zhodnoťte vliv této technologie na náklady a jakost zbraně, přitom uveďte možnosti zlepšování jakosti vývrtu kovaných hlavní přesných zbraní. Zhodnoťte rozdíly při výrobě dlouhých hlavní, hlavní z vysoce pevných materiálů a hlavní pistolí.
6. Uveďte konkrétní technologický postup výroby vybrané pistolové hlavně a postup pro hlavně vybrané dlouhé zbraně.

Seznam doporučené odborné literatury:

- ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.
- ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- HLADEK, Š. *Analýza technologického postupu výroby hlavní dlouhých zbraní*. [Bakalářská práce]. Ostrava: VŠB-TU, FS, 2010
- LIDMILA, Z., aj. *Strojírenská technologie II, Technologie ve výrobě zbraní a munice* [Skriptum]. Brno: UO v Brně, 1999, 162 s

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Stanislav Procházka, CSc.**

Datum zadání: 11.12.2015

Datum odevzdání: 16.05.2016



---

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



---

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

## Poděkování

Děkuji mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Stanislavu Procházkovi, CSc. za ochotu při zpracovávání bakalářské práce.

Také bych rád poděkoval České zbrojovce, která mně poskytla potřebné informace pro uskutečnění bakalářské práce.

## Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne: 16. 5. 2016

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne: 16.5.2016

*Zbyněk Ouředník*

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Zbyněk Ouředník

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Čestice 206, 387 19

Strakonice

# Anotace bakalářské práce

Bakalářská práce se zabývá výrobou kované hlavě, především postupem výroby a popisem důležitých strojů a nástrojů a jejich vlivem na kvalitu hlavě. Zvláště se zaměřuje na vývrt a jeho drsnost. Velký vliv na kvalitu zbraně má příprava polotovaru pro kování. Problematika přípravy tohoto polotovaru je v práci analyzována. V druhé kapitole je popsán a analyzován celý postup výroby hlavě. Ve třetí kapitole jsou uvedeny důležité nástroje, které nejvíce ovlivňují kvalitu vývrtu, s uvedením jejich dosahované kvality opracování povrchu. Pátá kapitola se věnuje především kování a jeho celkovému zhodnocení z hlediska kvality hlavě a produktivity výroby. V poslední kapitole je pak uveden celý postup dvou konkrétních hlavní vyráběných v České zbrojovce.

Klíčová slova: hlaveň, postup výroby, drsnost povrchu.

# Bachelor's thesis annotation

This bachelor's thesis deals with the manufacture of forged barrel with particular reference to the manufacturing technology (processing) and the description of important machines and tools, and their impact on the barrel quality. It specifically focuses on the bore and its roughness. Great influence on weapon quality has the semi-product preparation for forging. The issues relating to the preparation of such semi-product are analysed in the thesis. The second chapter describes and analyses the complete manufacturing process of the barrel. Important tools most affecting the bore quality as well as the surface treatment quality reached thereby are stated in the third chapter. The fifth chapter is devoted mainly to forging and its general evaluation from the point of view of the barrel quality and manufacturing productivity. The last chapter contains the whole manufacturing process of two concrete barrels manufactured in Česká zbrojovka.

Key words: barrel, manufacturing process, surface roughness

# Obsah

Anotace bakalářské práce .....	7
Úvod .....	10
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	11
1. Obecný technologický postup výroby hlavní rotačním kováním zastudena .....	12
1.1 Technologický postup .....	12
2. Proces výroby kované hlavě .....	13
2.1 Příprava na vrtání .....	13
2.2 Příprava na kování.....	13
2.3 Kování .....	14
2.4 Příprava pro obráběcí CNC sousrtuhy .....	15
2.5 Obrábění povrchu a funkčních částí .....	15
2.6 Tepelné zpracování .....	15
2.7 Broušení .....	17
2.8 Komorování.....	17
2.9 Rovnání .....	19
3. Potřebné nástroje .....	21
3.1 Dělový vrták .....	21
3.2 Honovací kameny.....	26
3.3 Kovací kladiva a kovací trn.....	29
4. Strojový park .....	34
4.1 Hloubková vrtačka .....	34
4.2 Honovací stroj .....	37
4.3 Kovací stroj .....	39
4.4 Obráběcí CNC stroje .....	43



5. Zhodnocení technologie kování .....	44
5.1 Výhody .....	44
5.2 Nevýhody .....	44
5.3 Zlepšení jakosti vývrtu před kováním .....	45
5.4 Postup výroby z vysoce pevných materiálů .....	45
5.5 Rozdíl při výrobě.....	45
6. Technologický postup výroby dlouhé hlavně a pistolové hlavně .....	46
6.1 Hlaveň dlouhé zbraně .....	46
6.2 Hlaveň krátké zbraně .....	47
Závěr .....	49
Seznam použité literatury .....	50

# Úvod

Bakalářská práce se zabývá postupem výroby hlavně rotačním kováním zastudena. Je zde popsán a analyzován celý postup výroby hlavně a problematika s ní spojená. Největší problém je dosáhnout kvalitního vývrtu s nízkou drsností povrchu, na který mají vliv jednotlivé nástroje popsané ve třetí kapitole. Tento problém je v práci popsán a analyzován. Práce se zabývá hlavněmi krátkých a dlouhých kulových zbraní. V poslední kapitole je popsán postup dvou konkrétních hlavních.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Ra- střední aritmetická úchylka profilu

N- jednotka síly

Pa- jednotka tlaku

$\mu\text{m}$ - mikrometr

$\text{CuSO}_4$  - chemická značka pro roztok modré skalice

# **1.Obecný technologický postup výroby hlavní rotačním kováním zastudena.**

## **1.1 Technologický postup**

Připravený polotovár se zkontroluje, jestli odpovídají rozměry pro kování. Vnější průměr, rozměr a průchodnost díry a osazení pro unášeče. Je nutné otvor odmastit a vytřít do sucha. Kdyby se tahle operace neprovedla, došlo by k nalepení nečistot na kovací trn což může způsobit vady ve vývrtu hlavně a případné zlomení trnu. Kusy se naskládají na odkládací pult kde si je mechanická ruka od kovacího stroje sama vezme. Kovací stroj zkontroluje ještě správnou délku a upnutí, poté ho vloží mechanická ruka mezi kovací kladiva a upne mezi unášeče. Následně se do otvoru vsune kovací trn. Kus se roztočí, kovací kladiva sjedou na požadovaný rozměr a hlaveň se posouvá ke kovacím kladivům, které nakovávají materiál na trn. Zde vznikají drážky pro přesné vedení a rotaci střely. Po kování se hlaveň vytře vytěrákem kvůli případným pozůstatkům kovových částic nebo oleje. Hlaveň se prohlédne a zkontrolují se rozměry drážky pomocí kalibru, políčka a rovinnost. Následně se vývrt nakonzervuje. Kvůli nakonzervování hlavně předcházíme případné korozi. Po vykování se musí hlaveň stabilizačně žíhat pro odstranění vnitřního pnutí. Kdyby se vnitřní pnutí neodstranilo, došlo by k poškození hlavně.

## 2. Proces výroby kované hlavně [1] [2] [3]

### 2.1 Příprava na vrtání

Příprava na vrtání:

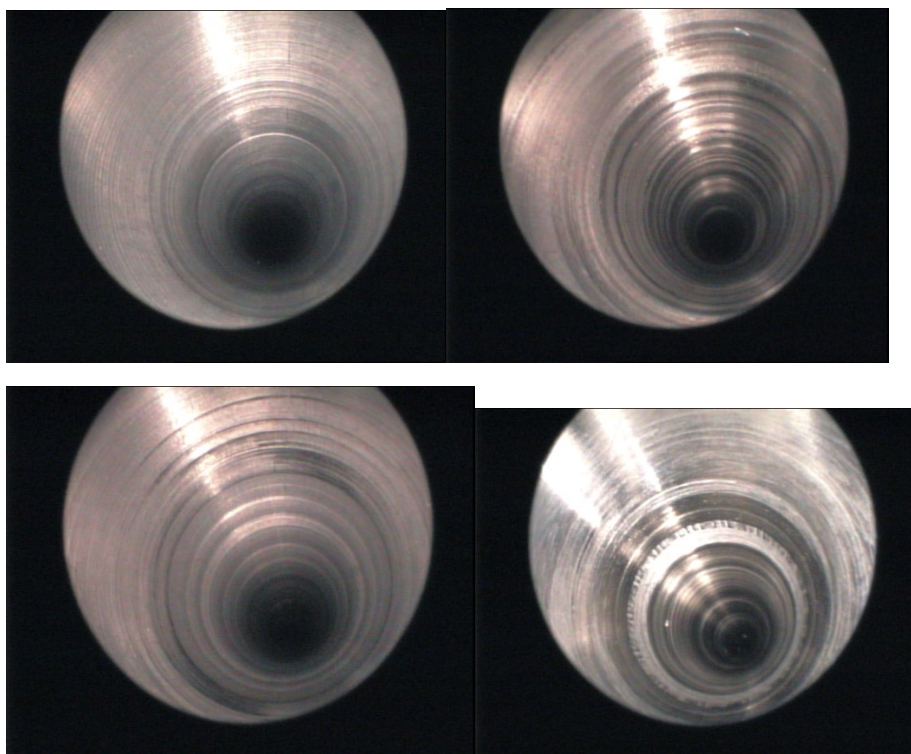
Materiál se nařeže, zarovná se čela a osoustruží osazení. Osazení se soustruží pro přesné uchycení do vrtačky, kde jsou kuželové unašeče. Před vrtáním se obrousí ploška na měření tvrdosti materiálu. Ploška se následně přešetří pro přesné určení tvrdosti materiálu. Brinellova zkouška tvrdosti se liší podle materiálu například u materiálu HB 10/3000/20<sup>“</sup> = 260 – 307.

### 2.2 Příprava na kování

Příprava na kování:

Tyč se vyvrtá na hloubkové vrtačce.

Jak můžeme vidět na obrázcích, drsnost povrchu v otvoru se mění. Část je vyvrtaná velice pěkně s malou drsností povrchu, další část je o poznání horší. Tento jev se opakuje. Je to způsobeno nestálostí materiálu. Čili zlepšení povrchu vrtaného otvoru lze dosáhnout použitím kvalitnějšího materiálu, stálého po celé své délce.



Otvor se z obou stran zahlubí pro přesné dosednutí na hroty při dalším obrábění. Následně se osoustruží osazení pro kleštinu na kopírovacím soustuhu. Vnější tvar se osoustruží tak aby odpovídal požadavkům pro kovací stroj. Po osoustružení povrchu na kopírovacím

soustruhu se upíchne konec který sloužil jako ulínání pro kleštinu. Na obou stranách se osoustruží osazení pro unašeče na honovací a kovací stroj. Otvor se vyhonuje na honovacím stroji. Čímž se dosáhne stejnotlosti otvoru, odstraní se stopy po vrtání, menší drsnosti povrchu a rovnosti otvoru.

Jak můžeme vidět na obrázku, honováním se odstraní nepřesnosti po vrtání a povrch otvoru se sjednotí.

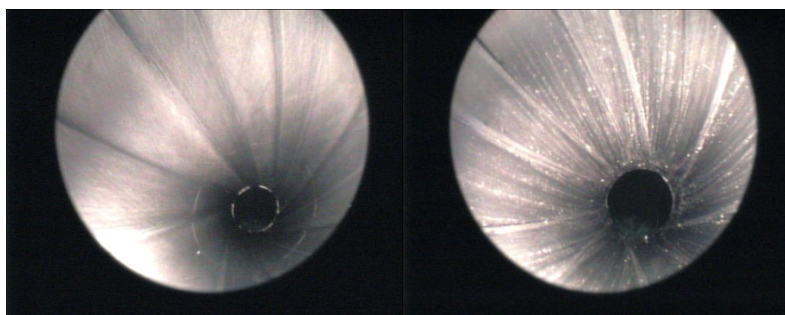


## 2.3 Kování

Kování:

Hlaveň se vykovává na kovacím stroji, při kování se materiál natahuje, přetváří a ztenčuje. Materiál se nakovává na trn s negativem drážek který se obtiskne do vyvrtaného otvoru. V důsledku přetváření materiálu se ve vývrtu vytváří trhlinky které negativně ovlivňují kvalitu vývrtu. Tento jev se nejvíce projeví při překročení plasticity materiálu. Vývrt je drsnější což negativně ovlivňuje přesnost střelby. Další problém je vnitřní pnutí. Vykované hlavě, je nutné stabilizačně žíhat pro odstranění vnitřního pnutí.

Zde na obrázcích můžeme vidět rozdílné opracování. Po vykování na obrázku vlevo můžeme krásně vidět křížkování po honovacím stroji, která se vlivem natahování při kování také natáhne. Na obrázku vpravo, je hlavě leštená olovem na které se nanáší brusné zrna s olejem. Pouhým okem tento rozdíl poznáme jen velice těžko i když tady na obrázku se zdá být povrch o dost horší.



## **2.4 Příprava pro obrábění CNC soustruhy**

Příprava pro obrábění CNC soustruhy:

Po vykování je nutné hlavň vyrovnat podle stínu aby při dalším obrábění nebyla hlaveň prohnutá. Následně se upíchne konec hlavně kde je osazení pro kovačku, po upíchnutí se zarovná čelo a otvor zahlubí záhlubníkem. Na upíchlé straně se osoustruží osazení, které slouží pouze jako přesný průměr na kuželový doraz při následném upichování na přesnou délku. Na druhé straně se osoustruží ještě jedno osazení, které slouží k uchycení do čelistí na CNC soustruhu. Poté se jen obrousí uprostřed hlavně ploška aby se odstranily stopy po kování. Ploška slouží k uchycení lunety při dalším obrábění.

## **2.5 Obrábění povrchu a funkčních částí**

Obrábění povrchu a funkčních částí:

Na připravené hlavni se obrobí funkční části a celý povrch, podle provedení a druhu hlavně. U větších ráží se osoustruží závit a dosedací plocha pro našroubování hlavně do lůžka závěru. U menších ráží například 22LR se osoustruží přesný průměr a vyfrézují drážky pro uchycení hlavně v lůžku.

## **2.6 Tepelné zpracování**

Tepelné zpracování:

Hlavně se musí po kování stabilizačně žíhat. Parametry tepelného zpracování se liší podle druhu materiálu. Například hlavňový materiál 12051 se stabilizuje ohřevem na 575°C a na vzduchu se nechají vychladnout. Poté se zkontroluje její tvrdost. Maximální tvrdost kterou může materiál po strabilizaci mít je HRB 104. HRB je Rockwellova zkouška tvrdosti určená ocelovou kuličkou o průměru 1.5875mm. Kulička působí na materiál silou 1000N. Měří se hloubka vtisku. Hlavně které nevyhovují, musí znovu na proces stabilizace. Pokud hlavně vyhovují je nutná konzervace a rovnání protože je možné že se hlavně při ohřevu stabilizačním žíhání trochu prohnou, aby k tomuto jevu nedošlo, hlavně se ohřívají ve svislé poloze. I přesto se hlavně mohou trochu prohnut.

Hlavně které se kalí, například pistole, vysoko pevnostní kulovnice nebo 805 BREN.

805 BREN:

Z materiálu 1.7756 se zakalí v peci na 920°C, poté se zchladí dusíkem. Po kalení je nutné popouštění na 555°C na maximální tvrdost HRC 37 – 42. [3]

Pistole:

Materiál na pistole například 15230 se kalí izotermicky na 900°C. Po ohřevu se hlaveň zchladí v solné lázni, která má teplotu 385°C na tvrdost HRC 35 – 46 hlavně není nutno popouštět. [3]

Izotermické zušlechťování, je tepelné zpracování, při němž je kalící teplota snížena. V oblasti teplot přeměny austenitu a bainitu zakalená ocel se již nepopouští. Protože nevzniká martenzit, jsou pnutí menší a deformace prakticky žádné. Přitom lze dosáhnout pevnosti 1000 – 2000 MPa při velmi dobré houževnatosti.

Další materiál na pistole je například 42CRM04. Tento materiál se kalí termálně na teplotu 870°C zchladí se do solné lázně o teplotě 190°C a následně se popouští při teplotě 555°C a zchladí dusíkem na tvrdost 35 – 43 HRB z toho to materiálu je CZ 75 DUTY.[3]

Termální kalení:

Hlaveň se ohřeje na austenitickou teplotu a ochladí v solné lázni o teplotě těsně nad teplotou na počátku martenzitické přeměny dané oceli, na této teplotě může hlaveň setrvat poměrně dlouho, aniž by došlo k banitickému rozpadu. Tím je možno dosáhnout vyrovnání teplot v jádře a na povrchu hlavně při zachování austenitického stavu. Po vyrovnání těchto teplot se vyjme předmět ještě v austenitickém stavu z lázně a ochlazuje se dále volně na vzduchu. Martenzitická přeměna pak probíhá při pomalé ochlazovací rychlosti, a proto je vnitřní pnutí podstatně menší než při kalení do studené lázně. [2]

Pistolové hlavně se vyrábí i z nerezové oceli především proto, aby nerezavěla a aby vývrt lépe odolával zplodinám, které zůstávají v hlavni po výstřelu.

Nerezový materiál může být třeba 1.4006, který se kalí na 980°C a je následně schlazen dusíkem. Po kalení je nutné popouštění na teplotu 300°C a hlaveň se nechá zchladnout na vzduchu, popouští se na tvrdost 37 - 42.[3]



## 2.7 Broušení

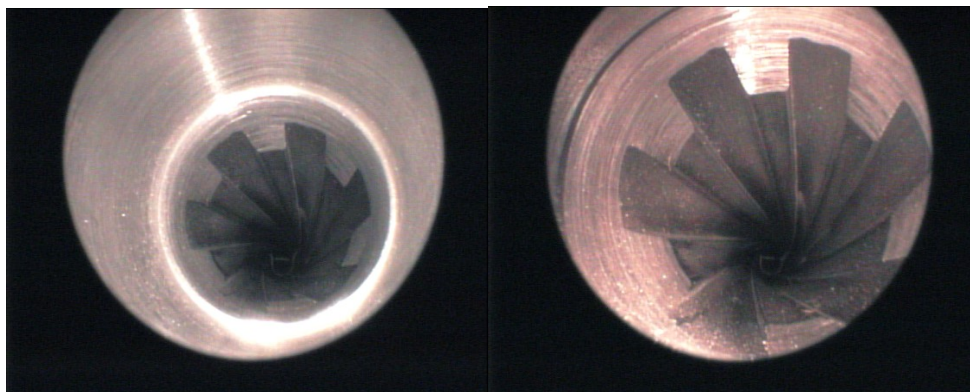
Broušení:

Broušení vnějších průměrů na hrotových bruskách. Hlaveň se upíná mezi hroty a uprostřed se přidržuje lunetou, aby se při broušení neprohýbala. Broušení se provádí jedno nebo i více podle tvaru hlavě.

## 2.8 Komorování

Komorování:

Komora se obrábí na několik operací. Její tvar je rozdílný, záleží samozřejmě na druhu hlavě a náboje.

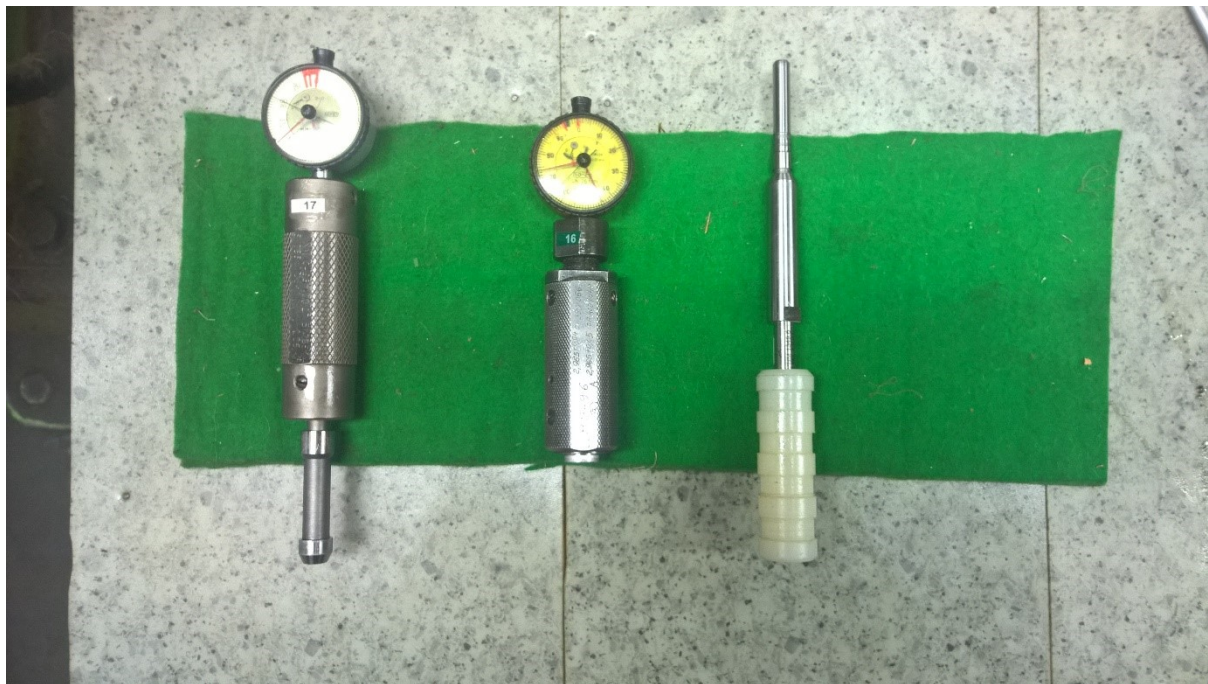


Na prvním obrázku vidíme nábojovou komoru pro náboj 9mm luger na druhém je krásně vidět dosedací ploška pro nábojnici (uzamykací rozměr) a přechodový kužel.

První operace, v které se komora vyhrubuje a vystruží nahrubo jedním výhrubníkem a třemi výstružníky (počet výstružníků není vždy stejný, záleží na velikosti komory). Nechává se asi jedna desetina z čisté míry. Poslední výstružník, vystruží přechodový kužel.

Druhá operace. Tady už je jen jeden výstružník, který vystruží komoru načisto, ale i tady se nechává přídavek asi 2-3 setiny milimetru.

Třetí operace je pouze zaleštění smrkovým plátnem na hotovou míru. Hotová komora se musí kontrolovat. Na obrázku můžeme vidět měřidla na ráži 308 winchester.



Z tohoto obrázku je patrné kolik materiálu se musí vyhrubováním a vystružováním odebrat, proto je třeba použít několik výstružníků.

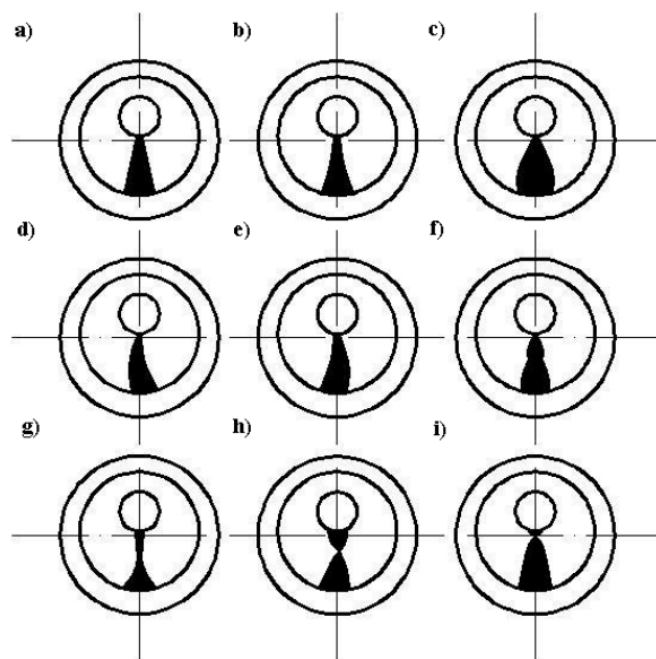
Hlaveň se musí ještě zakrátit na čistou délku a osoustružit tvar ústí tvarovým soustružnickým nožem. Ústí se ještě přešetí smirkovým plátnem. Je třeba hlaveň odmastit a očistit pro kontrolu trhlin na magnetickém defektoskopu. Na hlavni se nepřipouští žádné trhliny. Po kontrole trhlin se musí hlaveň očistit od emulze a vývrt vytříť do sucha. Hlaveň jde na rovnání.

## **2.9 Rovnání**

### **Rovnáání**

Hlaveň se rovná podle stínu na rovnací stoličce. To je vlastně lis, který hlaveň ohýbá. Rovnač položí hlaveň na rovnací stoličce a okem, podle stínu rozeznává kde je hlaveň ohnutá. S hlavní otáčí a sleduje jak se stín mění. Podle tvaru stínu pozná kde a jak je hlaveň ohnutá, kterou se následně snaží srovnat do snesitelné míry. Tato dovednost je velmi náročná a je na ní třeba spoustu zkušeností, dobrý zrak a zručnost. Rovnače nemůže dělat každý. Rovnač musí rovinnost hlavně zkontrolovat ještě rovinostním kalibrem. Kalibr délky 250mm o průměru menší maximálně o 0,02mm než je zjištění průměr vývrtní. Ten se zjišťuje průchozím kalibrem délky 50mm. Rovinnostní kalibr musí vlastní vahou projít vývrtem. Hlaveň při kontrole musí být nakloněna minimálně 45° svisle. Pokud rovinostní kalibr neprojde bez zadrhnutí hlavně je třeba ještě vyrovnat

Na brázku vidíme jak vypadá stín v hlavni.



*Rovnění hlavní podle stínu*

*a) rovná hlaveň; b) ohyb s vrcholem ve spodní části hlavně; c) ohyb s vrcholem v horní části hlavně; d) ohyb s vrcholem vpravo; e) ohyb s vrcholem vlevo; f) ostrý ohyb s vrcholem v  $\frac{1}{4}$  délky hlavně; g) rovná broková hlaveň se zahrdením; h) broková hlaveň - jednostranný úběr materiálu před zahrdením; i) broková hlaveň - vydutí před zahrdením*

[1]

Na hlaveň se ještě narazí značka ráže. Před černěním se ještě přešetří buď i s lůžkme závěru pokud je hlaveň do lůžka našroubovaná nebo pokud je hlaveň do lůžka pouze nasunutá a zachycená šroubama do drážek, tak se hlaveň leští samostatně. Po leštění se hlaveň načerní a nakonzervuje. Hlaveň se může montovat do zbraně. Provedou se zkoušky nástřelu a tormentace. Hlaveň je hotová.

## 3. Potřebné nástroje

Pásová pila na rozřezání vstupního materiálu má předepsanou drsnost  $RA12,6 \mu m$ .

Soustružnické nože s vyměnitelnými břitovými destičkami všech možných tvarů a řezných parametrů soustružení má drsnost  $Ra 6,3 \mu m$ , u hrubšího opracování na obráběcích CNC strojích při soustružení povrchu hlavně se soustruží s drsností  $Ra 3,2 \mu m$ . Funkční části je třeba opracovat s drsností  $1,6 - 0,8 \mu m$ .

Záhlučníky, které jsou potřeba skoro při každé operaci. Obrábějí s drsností  $3,2 \mu m$ .

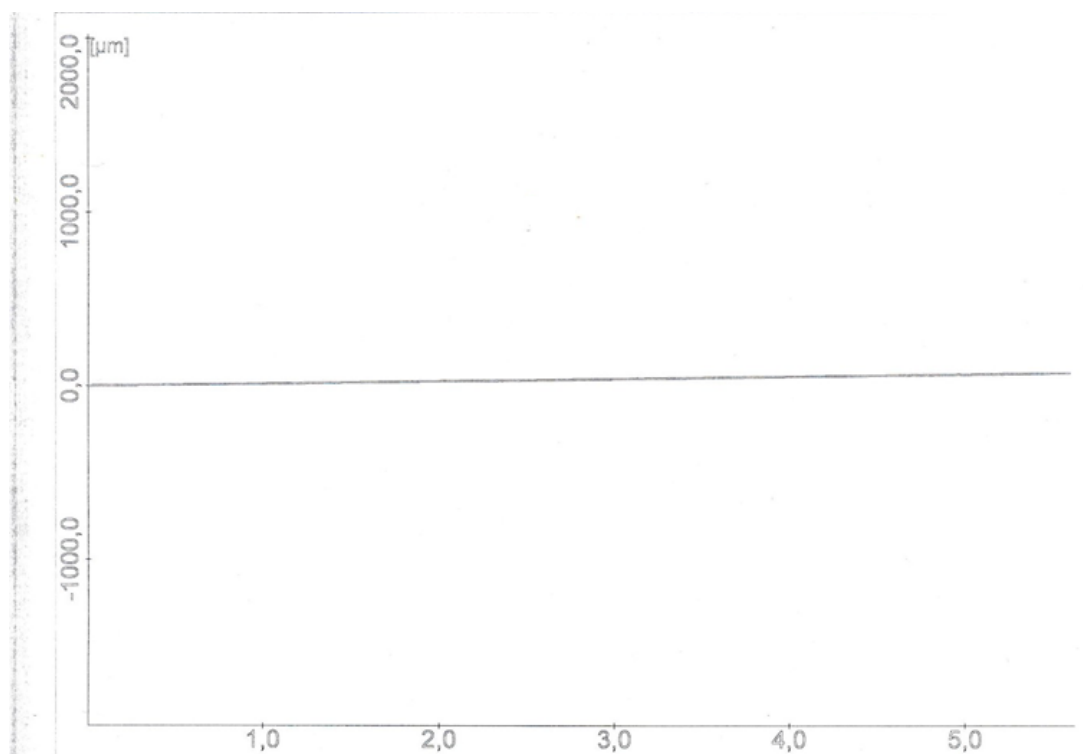
Brusné kotouče a leštící brusné kotouče s nalepeným brusným zrnem dosahují drsnosti  $1,6 - 1,8 \mu m$ .

### **Důležité nástroje na výrobu hlavně**

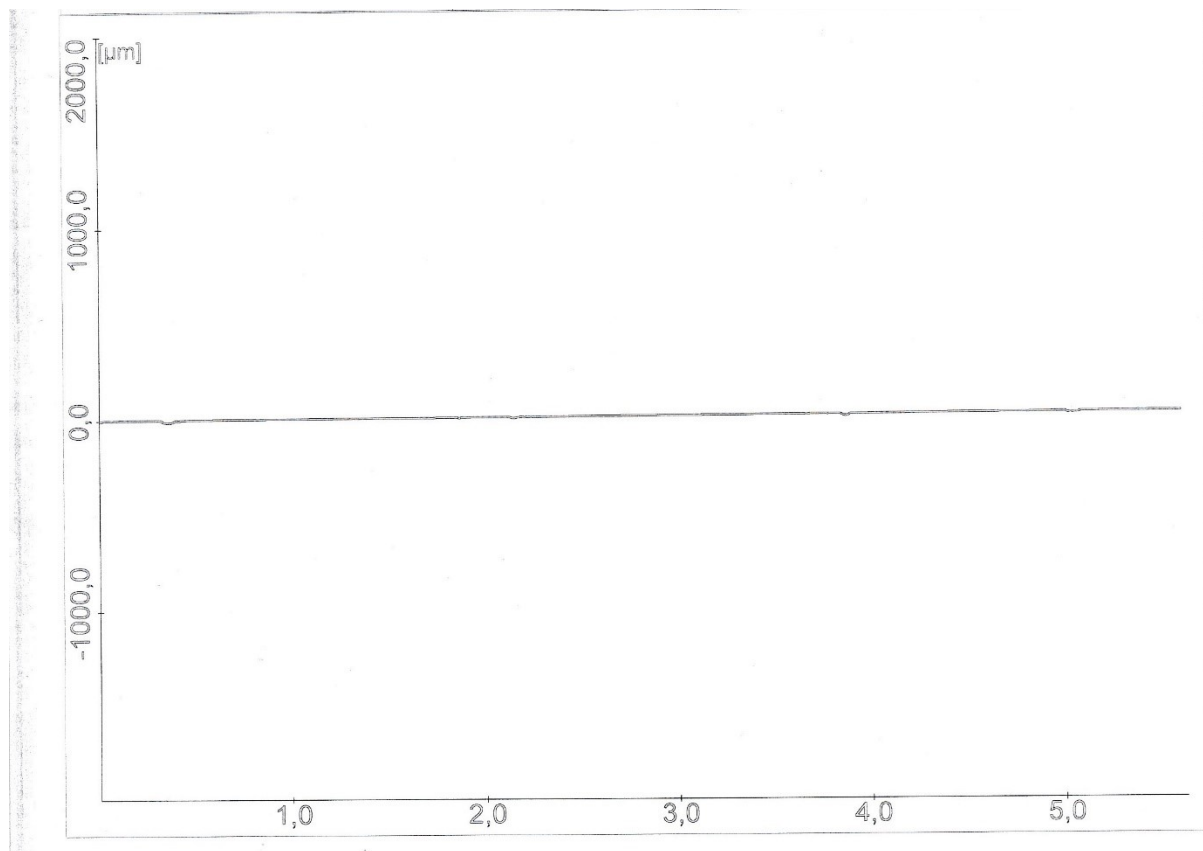
#### **3.1 Dělový vrták**

Vrtání je nesmírně důležité pokud je hlaveň špatně vyvrtaná. Většinou už se nedá zachránit nebo její vývrt po kování nebude příliš dobrý i přes to že se hlaveň vyhonuje. Na vrtání je důležité, aby nebyl vrtaný materiál prohnutý, jinak bude vývrt nesouosí. Stejně tak je důležité, aby byl materiál po celé délce stejnorodý, a v celé délce stejně tvrdý, jinak dochází k rozdílnosti drsnosti povrchu, což můžeme vidět v druhé otázce o vrtání. U vrtání je předepsaná drsnost  $1,6 \mu m$ , což je docela velká drsnost. Na diagramu můžeme vidět, že vrtáním se dosahuje daleko lepší drsnosti

Zde je zkouška drsnosti vrtané malorážové zbraně s  $R_a\ 0,11\ \mu\text{m}$ . S takovou to drsností po vyvrtání bude i vykováná hlaveň dosahovat velice pěkné kvality.

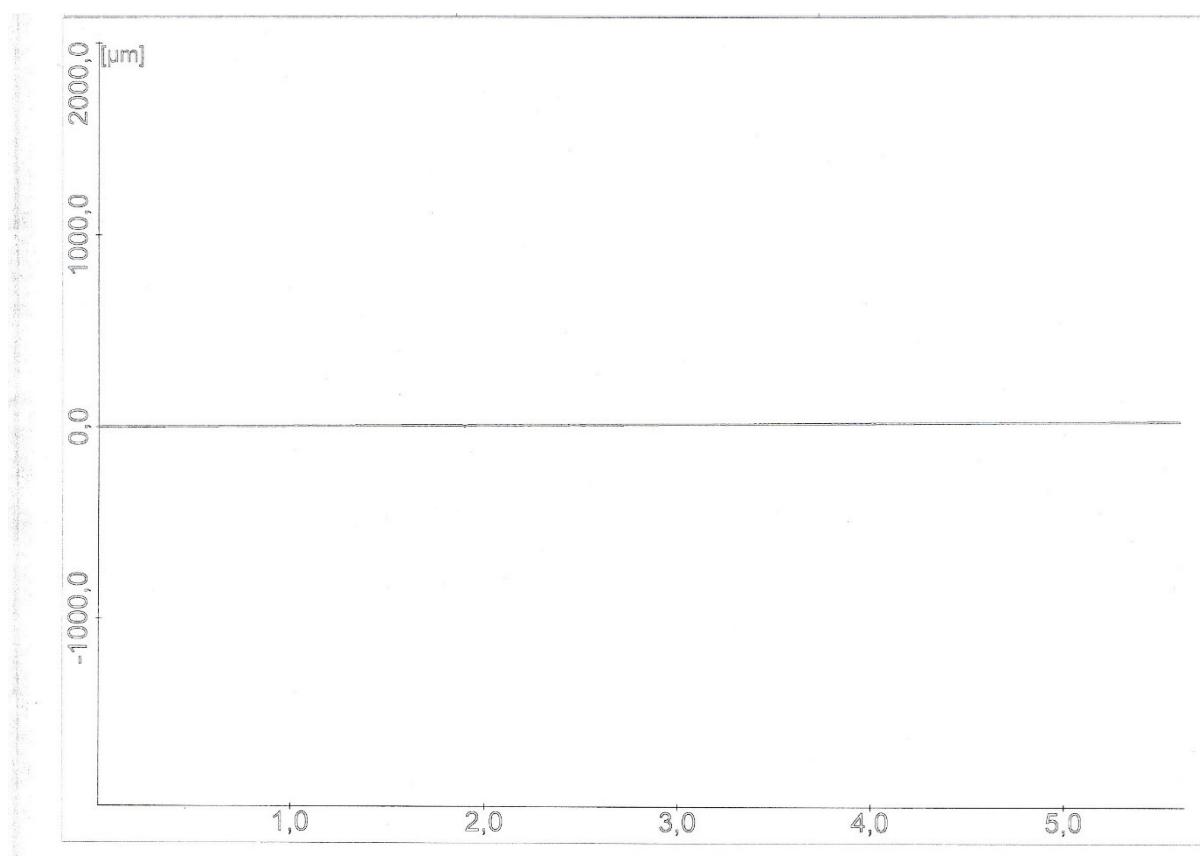


Zde vidíme vyvrtanou hlaveň 805 BREN s drsností  $R_a\ 0,34\mu\text{m}$ . Drsnost je o něco horší než u malorážky. Je to způsobeno tvrdším materiálem, ale i přesto je drsnost velice pěkná. Hlaveň na 805 se ještě vystružuje a honuje před kovááním.

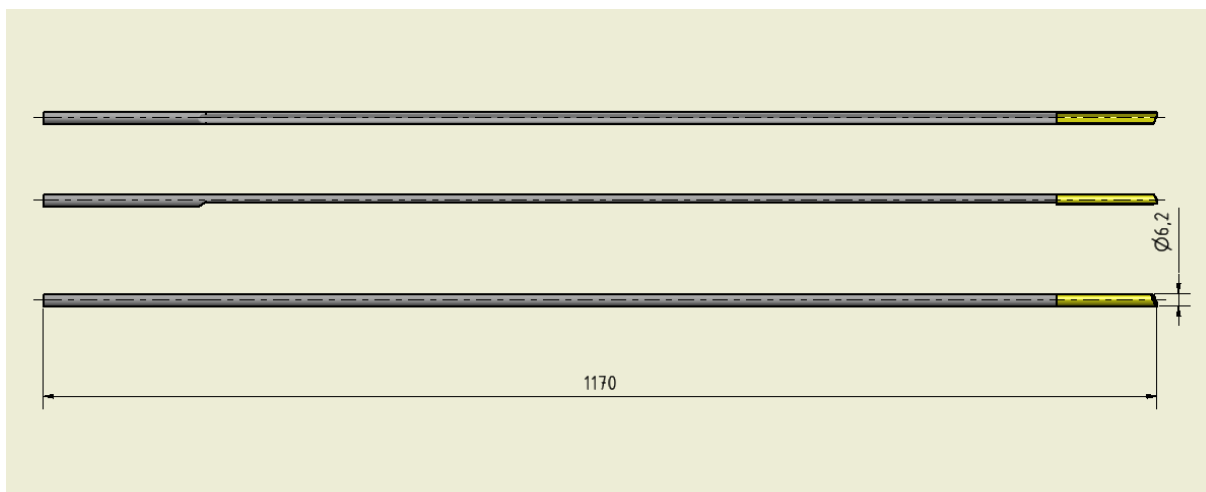




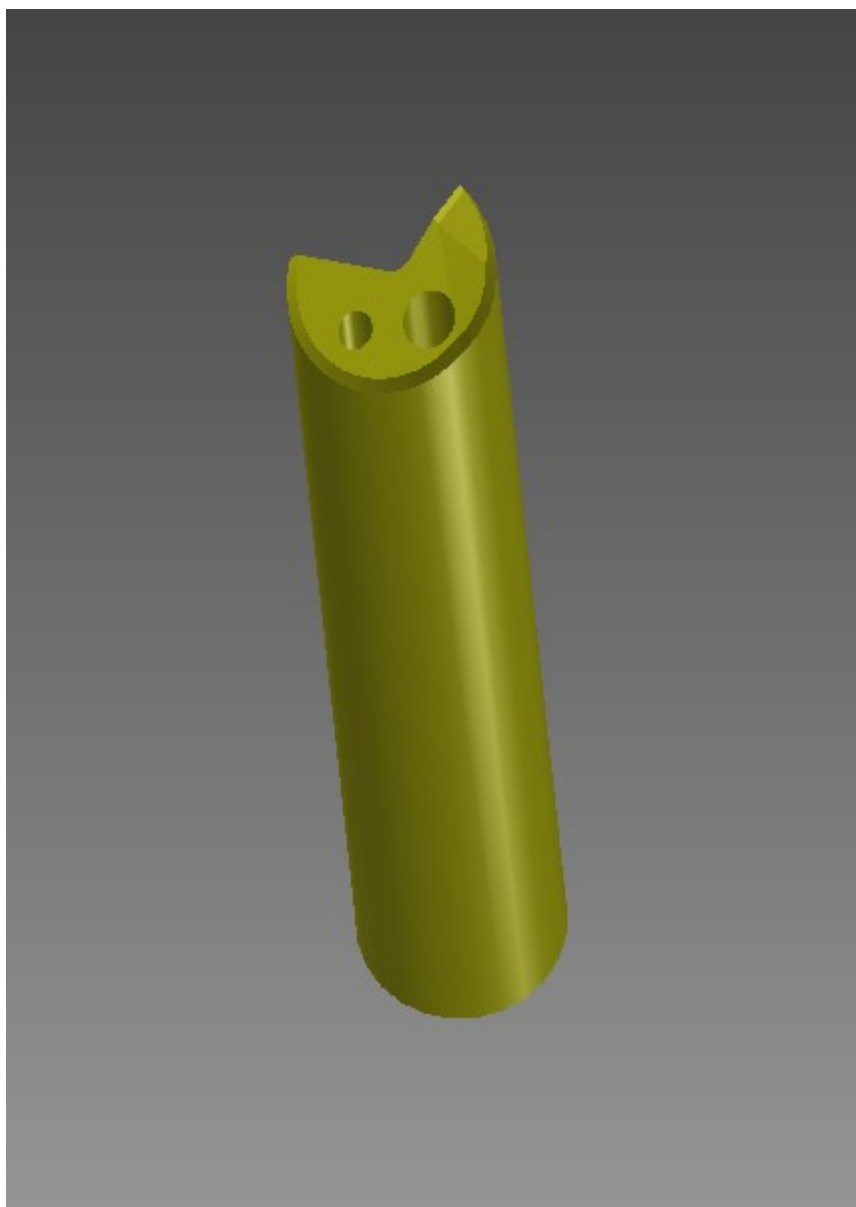
Na tomto diagramu vidíme vrtanou pistolovou hlavě s drsností  $Ra\ 0,19\ \mu\text{m}$ , což je zase velice pěkné. Materiál je sice tvrdý, ale vrtá se větší otvor. Jenže jak jsme viděli u druhé otázky, takto pěkná drsnost není po celé délce hlavně, což způsobuje problém, který se táhne až ke kování. Honováním se povrch sjednotí a větší drsnost odstraní, ale už nebudou tak pěkné hodnoty.







Dělový vrták

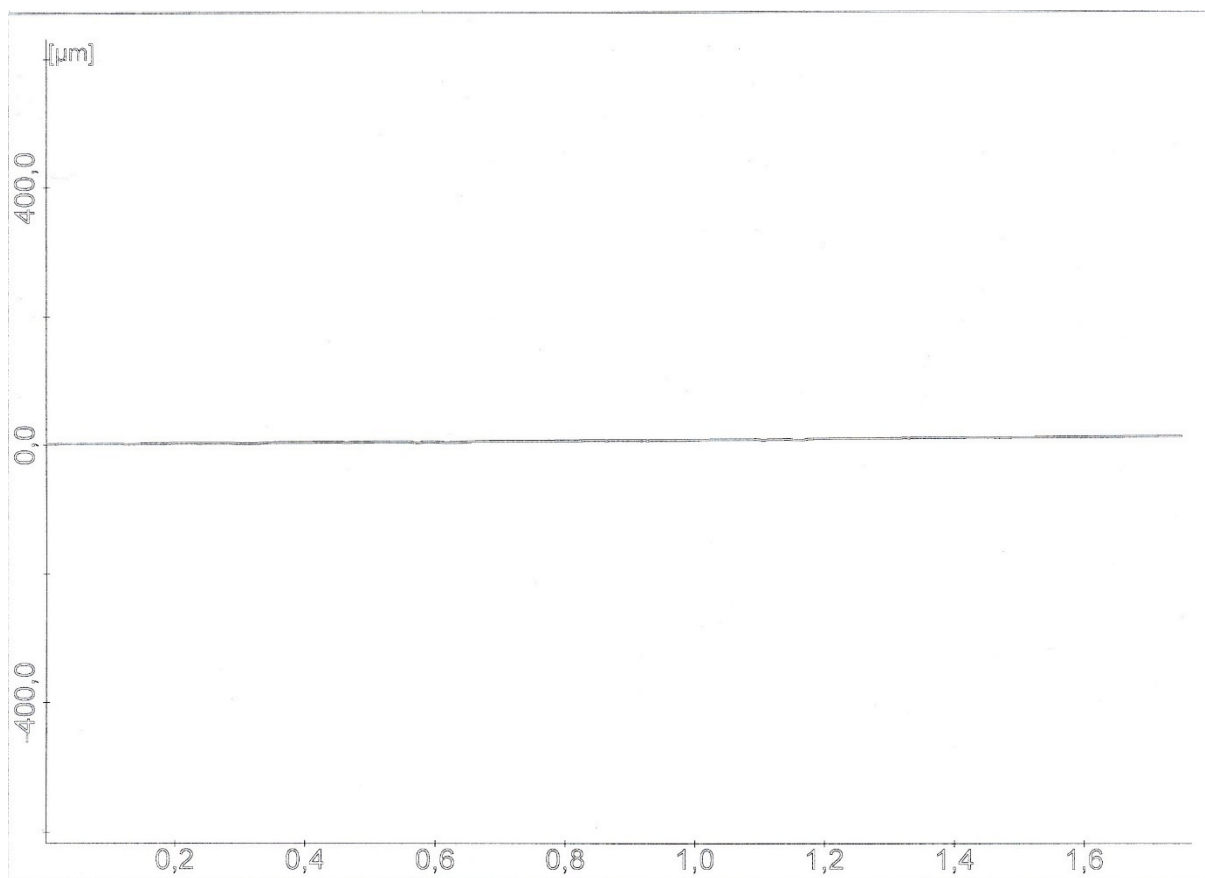


Břit dělového vrtáku

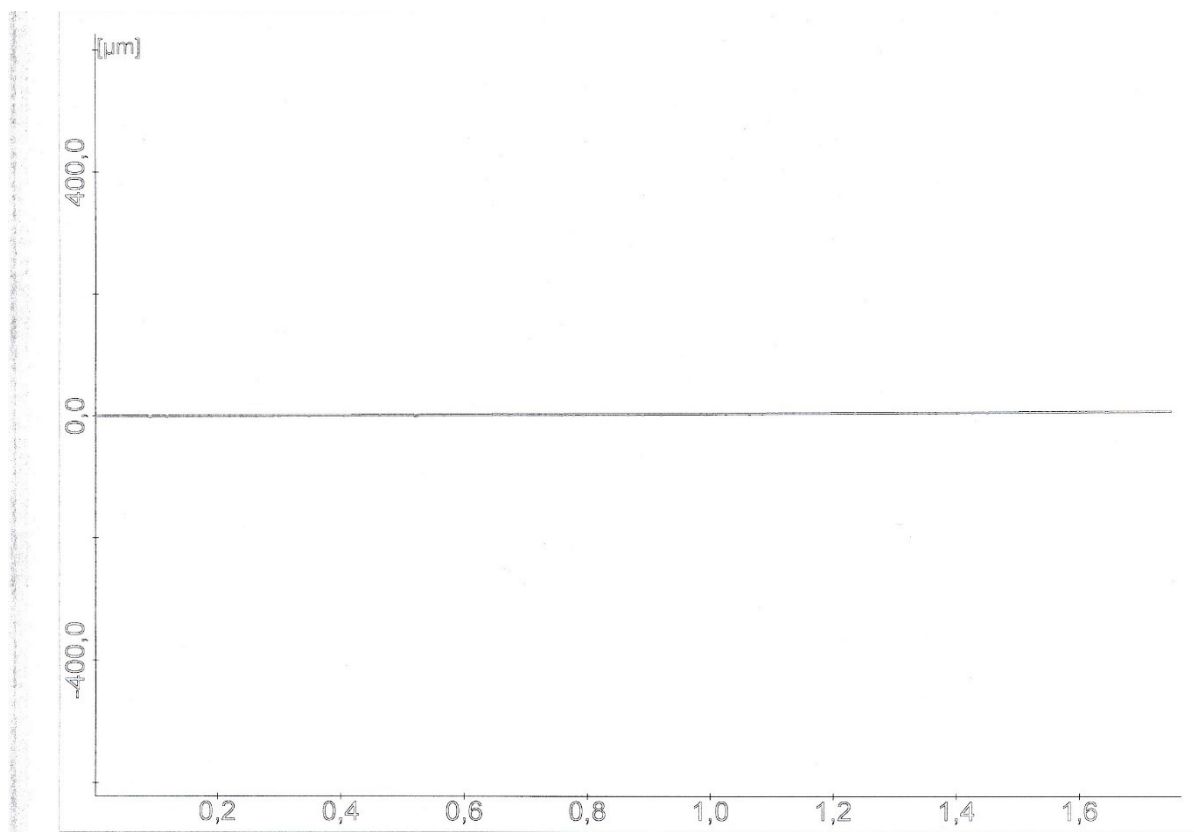
### 3.2 Honovací kameny

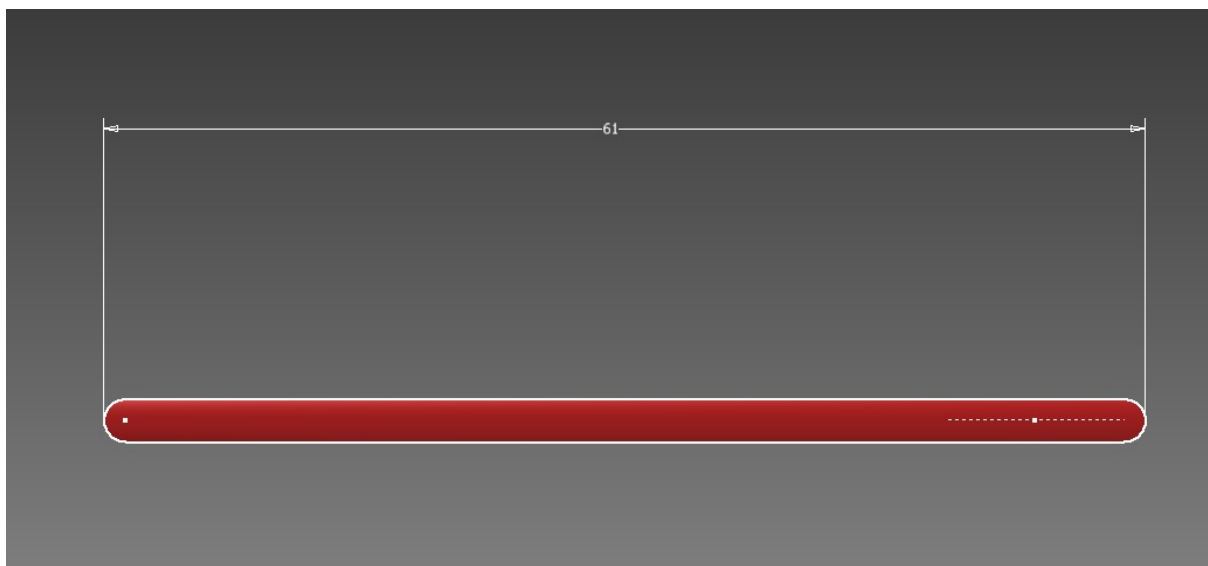
Honovací kameny jsou upevněny v honovací tyčce. Tyčka jezdí v hlavni nahoru a dolu přičemž se otáčí, honovací kameny jsou pod tlakem vytlačovány na stěny otvoru v hlavni, čímž hlavěň leští. Na honování je předepsaná drsnost povrchu RA 0,2 $\mu$ m.

Zde máme pro ukázkou diagram drsnosti vystružené hlavně 805 BREN s drsností Ra 0,23  $\mu$ m. Drsnost vystružené hlavně je po celé délce přibližně stejná což je velice důležité pro honování.

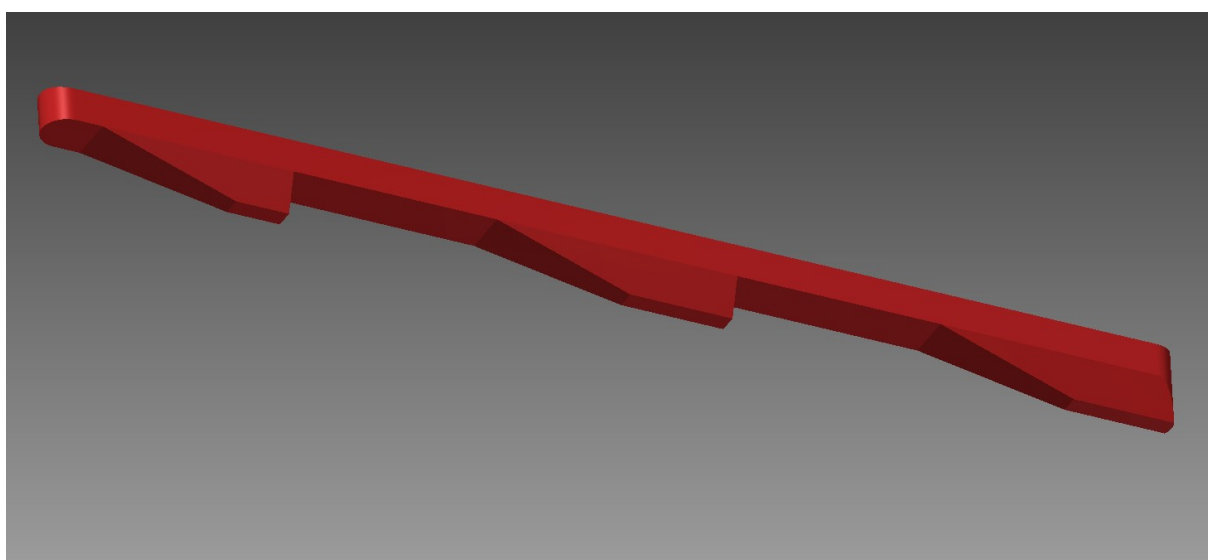


Na diagramu vidíme honovanou hlaveň 805 BREN. Honováním se po vystružení odstranili nerovnosti povrchu. Drsnost povrchu je zde  $0,07\mu\text{m}$ . Takto připravená hlaveň bude po vykování velice přesná.





Honovací kamen

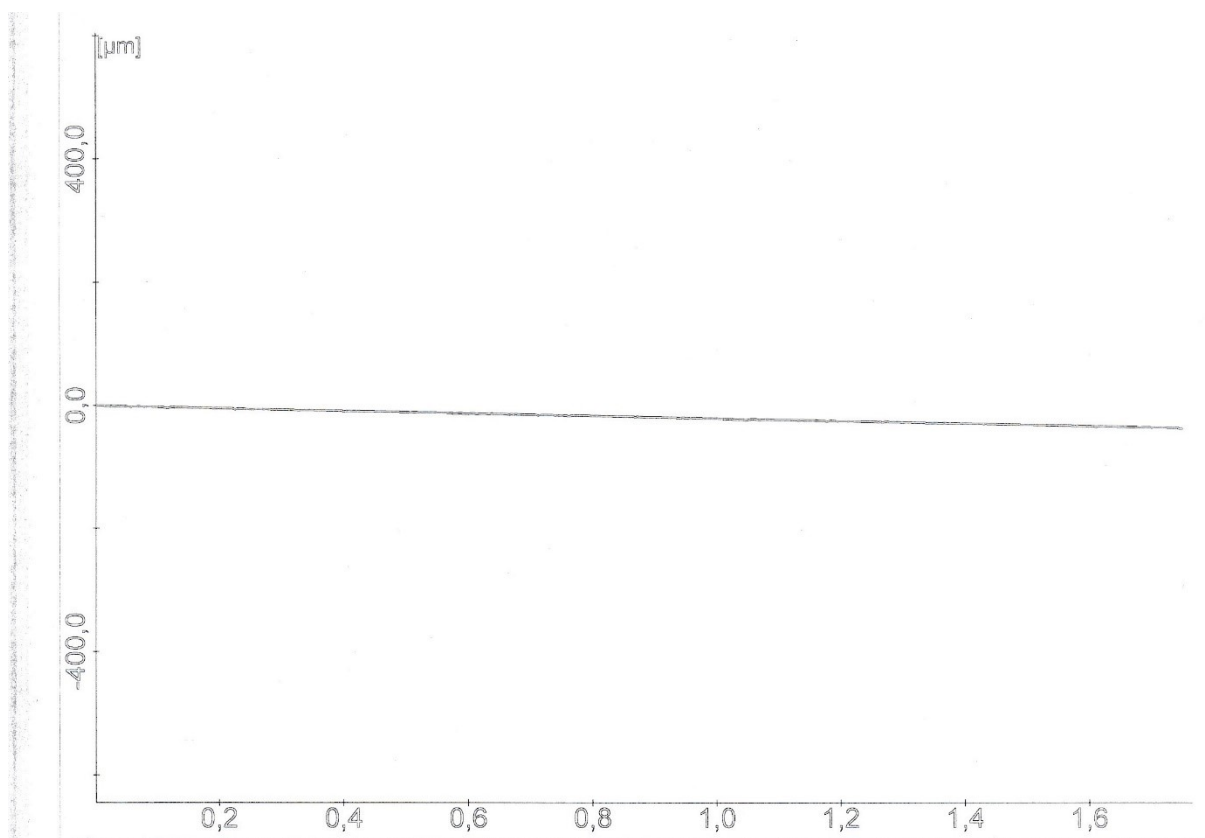


Honovací tyč se čtyřmi honovacími kameny

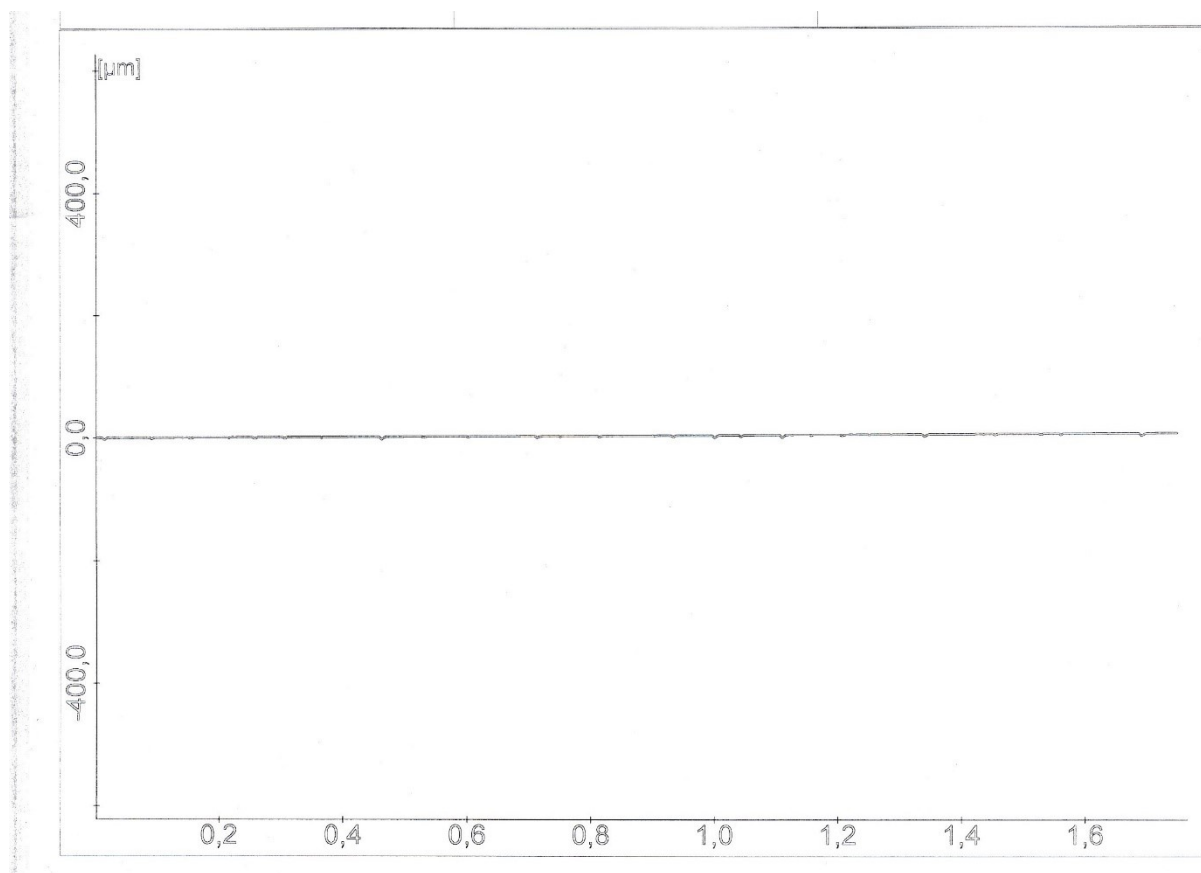
### 3.3 Kovací kladiva a kovací trn

Kováním se materiál nakovává kovacími kladivy na trn. Celý proces kování trvá asi 3 – 4 minuty podle délky hlavně. Kvalita vývrtu je z velké části ovlivněna připraveným polotovarem. Drsnost povrchu před kovááním není nutné nějak zlepšovat, jen je nutné, aby nebyli na vnějším průměru velké přechody. Drsnost vnějšího povrchu není nutné jakkoli zlepšovat. Kovací kladiva drsný povrch rozkovají, ale kovaný vnější povrch nás nějak nezajímá, jelikož se celý obrábí. Pokud nechceme vykovat hlaveň kovanou na čisto, kde se nechovají stopy po kováání kvůli estetice. Důležitý je pro nás především vývrt jeho přesné rozměry rovinnost a drsnost povrchu. Drsnost velice ovlivňuje přesnost střelby. Je-li drsnost povrchu otvoru před kovááním špatná, velice se nezpravidí. Ovšem pokud je připravený otvor dobře připraven na kováání, kovááním může dosahovat velmi příznivých výsledků.

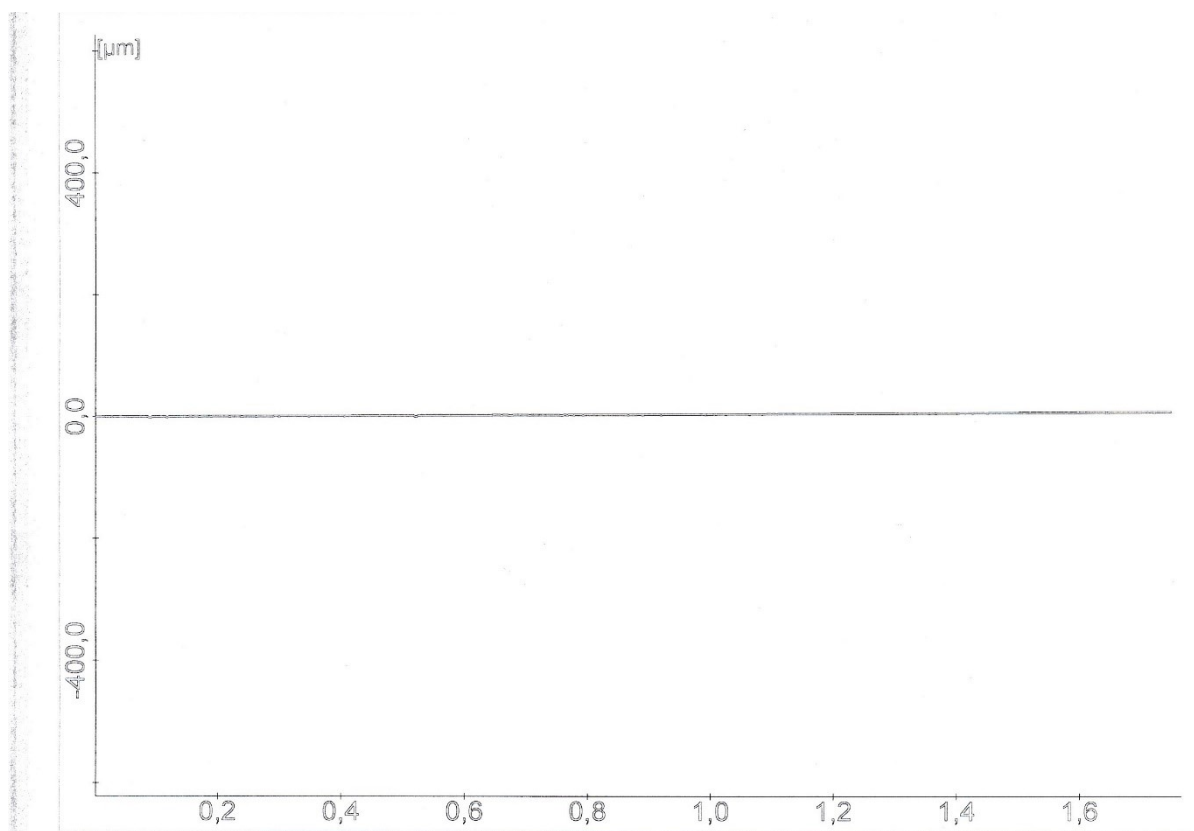
Zde můžeme vidět malorážovou hlaveň, která je pouze vrtaná. Drsnost vývrtu po vykování, je tedy  $R_a 0,19 \mu\text{m}$ , což je velice příznivé, zdá se to až nemožné. Taková drsnost je způsobena především měkkým malorážovým materiálem 12S1.6, který je dost tvárný, takže vrtání je velice účinné a plastické což způsobuje velice dobré překování.

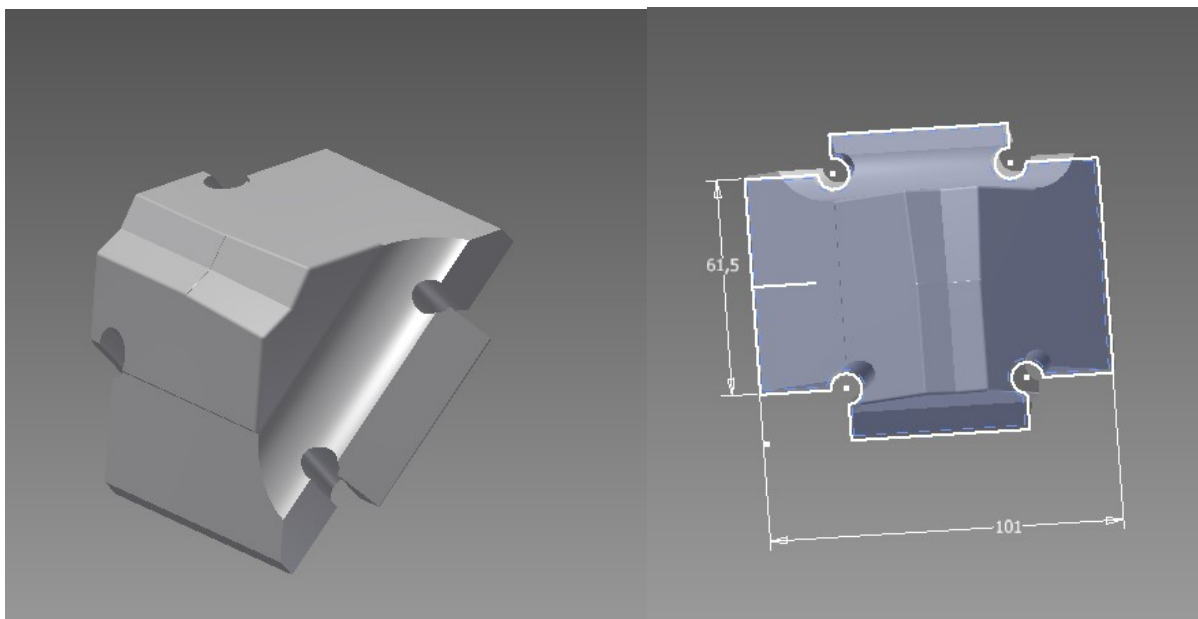


Tady je pistolová hlaveň vykovaná. Před kováním byla ještě vyhonovaná. Dosahovaná drsnost povrchu je tady  $Ra\ 0,24\ \mu\text{m}$ , předepsaná drsnost po kování je  $Ra\ 0,4\ \mu\text{m}$ . Zde můžeme vidět, že i přes kruhy od vrtání je vývrt po honování a kování celkem pěkný.

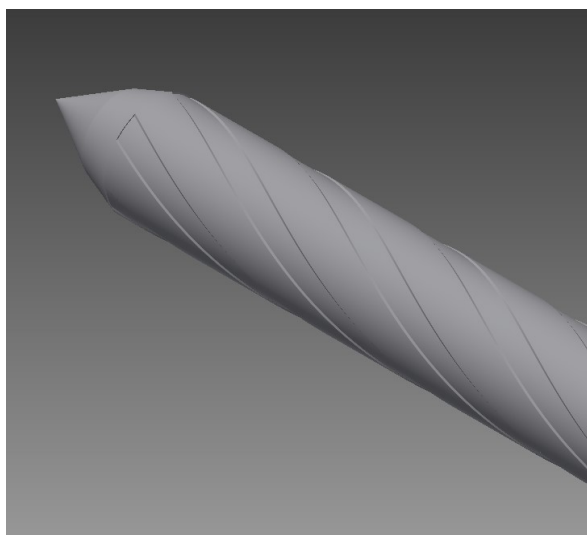


Tady můžeme vidět 805 BREN. Tato hlaveň je před kováním vystružená a vyhovovaná. Po vykování je naměřená drsnost vývrtu  $0,07\text{ }\mu\text{m}$ , což je drsnost neskutečně pěkná. Za takovou drsnost by se nemusela stydět ani zkušební hlaveň v laboratoři. Je samozřejmě jasné že, všechny hlaveň takovou drsnost nemají, ale vystružený a vyvrtaný vývrt je podstatně lepší.

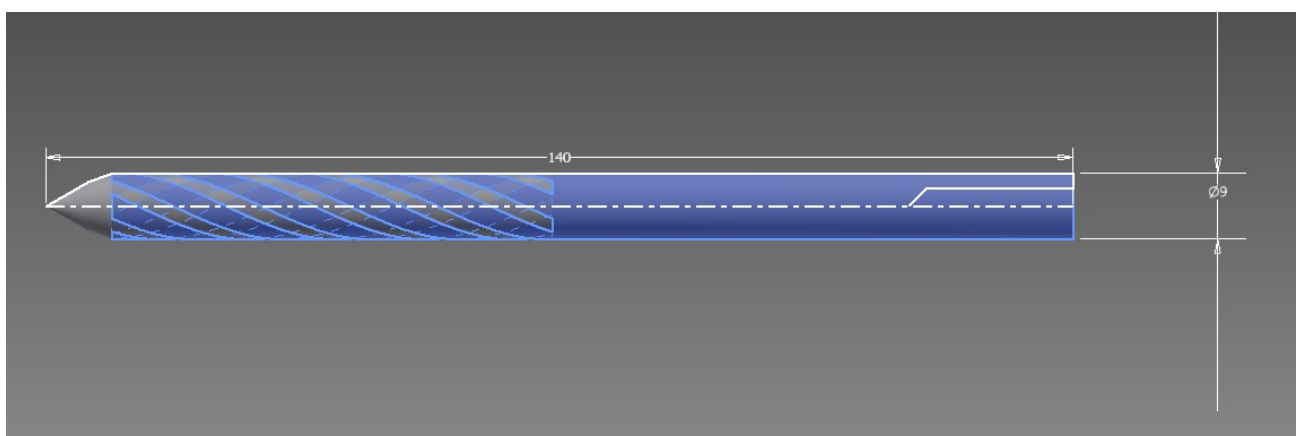




Kovací kladiva

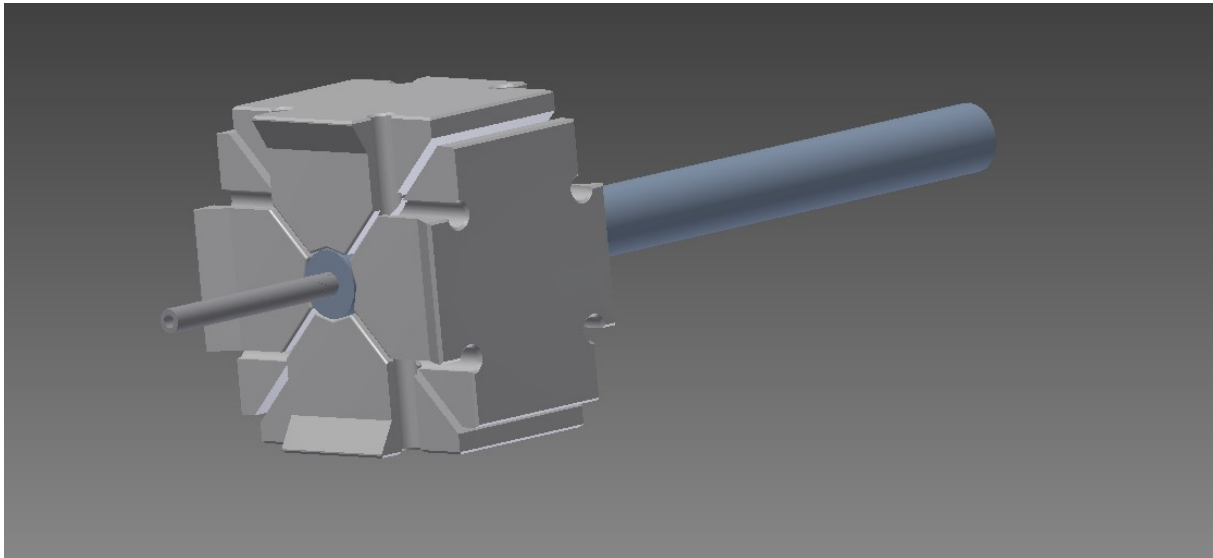


Kovací trn



Kovací trn





Princip kování hlavně

## 4. Strojový park

- Pásová pila
- Konvenční Soustruhy na přípravu pro obráběcí CNC stroje
- Hlubkové vrtačky
- Stojanová vrtačka na zahlubování otvorů
- Rovnací lis
- Honovací stroj
- Kovací stroj
- Hrotové brusky
- Obráběcí CNC soustruhy
- Stroj na kontrolu tvrdosti
- Kalicí pec
- Komorové vystružovačky
- Defektoskop

### Důležité stroje:

#### 4.1 HLOUBKOVÁ VRTAČKA

Vrtá se speciálními dělovými vrtáky, jejichž břit má 6 úhlů včetně sražení. Vrták je samostředný. Nejprve je veden v unašeči, a pak je veden dírou, kterou vyvrtal. Má po boku vodící části.



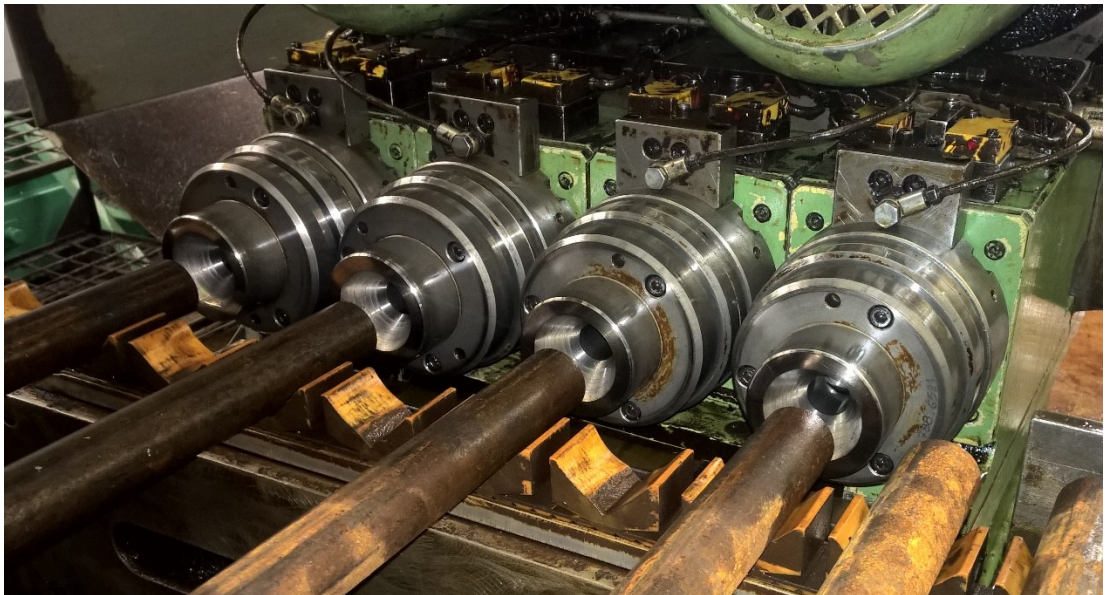
Unašeč vrtáku

Dělový vrták

U hloubkového vrtání se neotočí nástroj ale obrobek (u novějších vrtaček se otočí nástroj do protisměru otáčení obrobku). Hloubkovým vrtáním se dá vyrobit opravdu dobrý povrch a přesný otvor, proto v České zbrojovce některé hlavně, zejména hlavně malých ráží například 22 LR, po vyvrtání nevystružujeme ani nehonujeme ale rovnou koveme. V důsledku měkčích hlavnových materiálů se malé nepřesnosti povrchu dostatečně zakovou. U větších ráží například pistole 9mm Luger je potřeba použít tvrdší materiál, který se po vyvrtání ještě honuje pro přesnější a čistější vývrt po kování.

- šesti vřetenná vrtačka



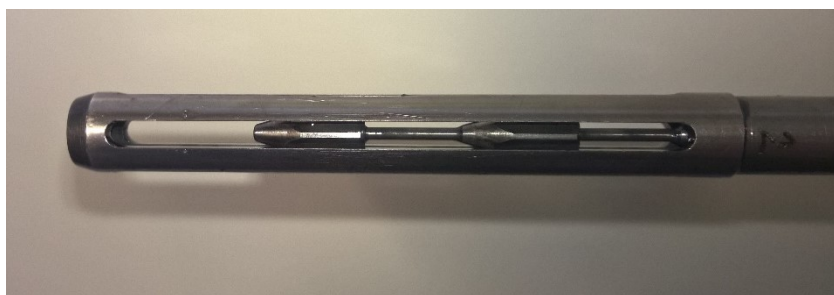


Upevnění materiálu do vrtačky mezi kuželové unašeče.



## 4.2 HONOVACÍ STROJ

Honováním se zvyšuje kvalita vyvrtaného povrchu pomocí přebroušení jemnými honovacími kameny, které jsou v honovací tyči. Honovací tyč provádí současně přímočarý vratný pohyb ve směru osy hlavně, a rotační pohyb. Proto na opracovaném povrchu můžeme nacházet kruhové mikro stopy po brusných zrnech. U honování je nezbytné použít řeznou kapalinu, která má schopnost odplavovat odlomené brusné zrna, a částčky odbroušeného materiálu. Čím je lépe vyhonovaný povrch otvoru před kováním tím hladší bude vývrt, co napomáhá zmenšit tření střely ve vývrtu hlavně. Pokud není hlaveň dobře vyhonovaná, zůstávají v otvoru kruhy po vrtání, a po vykování ve vývrtu vznikají šroubovice v důsledku protažení hlavně, při kování, které narušují drážkování a tím zhoršují kvalitu povrchu.



Na obrázku vidíme honovací tyč s vnitřní jehlou, která tlakem vytlačí honovací kameny, které jemně brousí otvor hlavně.



Zde vidíme honovací kameny. Na obrázku je patrný kužel, na který tlačí jehla uvnitř honovací tyče čímž je vytlačí.



Honovací tyč



Honovací stroj

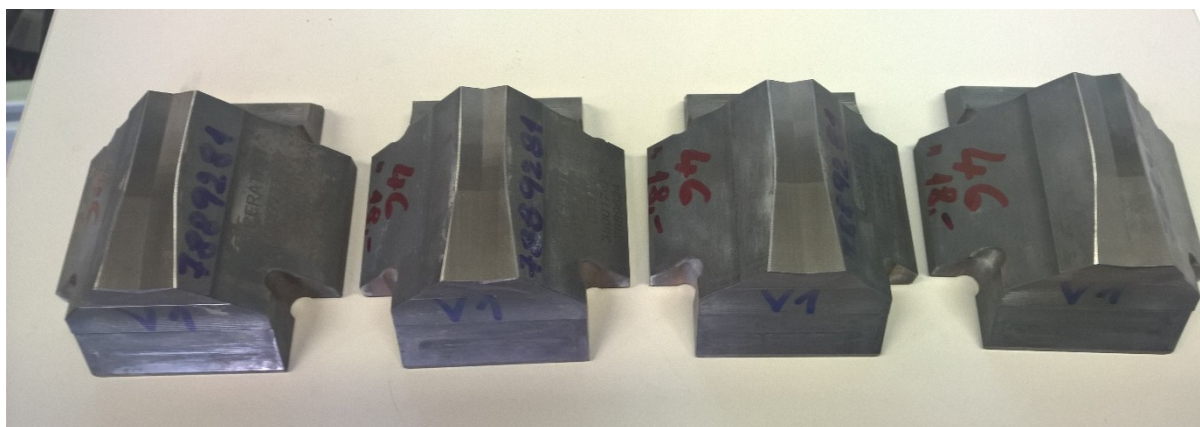
### 4.3 KOVACÍ STROJ

Kováním se uvnitř hlavně vytváří drážky, tak že se nakováváním materiálu na trn který má na svém povrchu negativ drážkování. Materiál se obtiskává na trn a tím vznikají drážky. Otvor před vykováním je asi o 20% větší než po vykování. Hlaveň se také protáhne asi o 1/3 své délky. Materiál nakovávají nejčastěji 4 kovací kladiva o tlaku až 8 tun, takže současně na hlavně působí až 32 tun o frekvenci 1000 úderů za minutu. Hlaveň se při kování otáčí kolem své osy, aby se zajistila kruhovitost hlavně. Kovací kladiva i trn s drážkami je vyroben ze slinutého karbidu. Při kování se musí hlavěň a kovací kladiva chladit protože při přetváření se materiál zahřívá. Při nakovávání materiálu na trn, je nutné v hlavni zajistit dobrou kluznost a nepřilnavost. Proto při kování otvorem protéká olej. Je důležité, aby se materiál při kování na trn nenalepoval. Nejen že nalepený materiál bude ve vývrtu chybět, ale i zbytek drážkování bude nelepáním části materiálu na trn znehodnocen. Mohlo by dojít i k zlomení kovacího trnu. Mazání vývrtu při kování má velký vliv i na kvalitu drážkování.



Kovací kladiva v kovacím stroji





Kovací kladiva na malorážku



Zde můžeme vidět nabroušené úhly přechodů kvůli skování.



Kovací trny. Nahoře 9mm Luger a dole 22LR







Zde můžeme vidět hlaveň před kováním a po kování. Následné protažení, nahoře malorážka a dole pistole.

V České zbrojovce máme tři kovací stroje. Dva jsou po generální opravě a jeden je nově přikoupený.

Na tomto stroji byla generální oprava dokončena začátkem roku 2016.



U tohoto stroje byla generální oprava cca. před jedním rokem, kdy byla ke stroji připojena pomocná mechanická ruka, která vkládá kus do kovacího stroje a následně ho odebírá (což se ukázalo jako neefektivní, protože to prodloužilo výrobu jedné hlavě o několik vteřin).



Nově zakoupený kovací stroj.





#### 4.4 Obráběcí CNC stroje

Obráběcí CNC soustruhy jsou v dnešní době nezbytnou součástí každé větší výroby, pro potřeby výroby hlavně v nich není nic neobvyklého a neznámého, proto se jim nebudeme výrazně věnovat, snad jen pro ukázkou na obrázku vidíme osoustruženou hlaveň 805 BREN.



## 5. Zhodnocení technologie kování

### 5.1 Výhody

Největší výhodou kování hlavní za studena je produktivita (rychlost výroby). Hlaveň je vykovaná za 3 - 4 minut bez nutnosti pomědění nebo vylepšení povrchu. Například u protahování, kde honování nestačí a je navíc třeba zasahovat do vývrtu roztokem modré skalice (Ta zanechá na povrchu měděnou vrstvu, která je měkčí, pro lepší kluzkost při protahování. Poté se musí odstraňovat, z čehož je patrné, jak dlouho trvá jen příprava hlavně na protažení oproti kování). Výhodou je zvýšení pevnosti materiálu z důvodu zhuštění kováním. Zároveň nakováváním materiálu na trn se můžou odstranit i malé nepřesnosti na povrchu otvoru. Další výhodou je možnost kování vývrtu i s nábojovou komorou (což se v ČZ neosvědčilo tak se nábojová komora následně vystružuje), kováním se může vyrobit i polygonální vývrt nebo hladký vývrt pouhou výměnou kovacího trnu. Kováním můžeme vyrobit i zahrdlení na ústí hlavně nebo například u brokových hlavních, nebo v ČZ vyrábíme zahrdlení i na Větrovcových hlavních.

### 5.2 Nevýhody

Největší nevýhoda je deformace a nutnost odstranění pnutí stabilizačním žiháním. Žihá se ve vakuu, aby se nespálil vývrt. Další nevýhoda je, že se dá kovat pouze hlaveň s vnějšími rotačním tvarem bez výstupků. Což znamená, že se musí dělat velké přídavky na opracování. Nevýhodou je také zhoršená přesnost. Materiál se při kování deformuje v celém průřezu a v celé délce je zdeformovaný a přetvořený. Tepelně se odstraňuje pnutí, ale i tak má hlaveň snahu se deformovat při střelbě a při zahřívání. Střela se rozkmitá a tím je dán větší rozptyl. Nutno zmínit i omezené možnosti redukce materiálu při kování z důvodu plasticity materiálu pokud se při kování pohybujeme na hranici plasticity materiálu, nebo když se hranice plasticity překročí. V materiálu se vytváří mikro trhlinky, což snižuje kvalitu hlavně především drsnost vývrtu. Další nevýhoda je, že technologie kování za studena je nákladná především v pořizovacích nákladech na stroj CNC. Počítačově řízený stroj, který dokáže kovat hlavně, je velmi drahý a můžou si ho dovolit jen velké firmy.

### **5.3 Zlepšování jakosti vývrtu před kováním**

Velice důležité při výrobě přesné hlavně je zvolení správného materiálu a po celé délce stejnorodého. Negativně se projeví, pokud bude v materiálu tvrdší části především při vrtání. Zlepšování vývrtu přesných zbraní může být zlepšení povrchu ještě před kováním, které je velice důležité. Je možné třeba přidat operaci vystružování. Tato operace odstraní kruhy od vrtání, protože honování někdy nemusí být účinné na odstranění kruhů od vrtání, pokud jsou kruhy příliš hluboké. Honovací kameny se opřou o otvor a nedostanou se ke kruhům, protože honováním se odebírá jen velmi málo materiálu. Proto se otvor vystruží. Výstružník odebírá více materiálu, tím se odstraní i velké kruhy po vrtání, a honováním už se jen začistí a sjednotí celý povrch otvoru s velmi malou drsností, což se projeví na přesnosti. Pokud se nevyčerpá plasticita materiálu při přetváření materiálu při kování povrch vykované hlavně může dosahovat drsnosti až RA 0,1 μm i méně. Může se ještě přidat těsně před kováním prolití otvoru roztokem modrou skalici ( $\text{CuSO}_4$ ) což na povrchu otvoru vytvoří tenkou vrstvu amorfni mědi, takzvané pomědění, které má lepší kluzné vlastnosti. Je možné po vykování vývrt ještě dolešťovat například honovacími kameny které mají tvar drážek.

### **5.4 Postup výroby**

Postup výroby z vysoce pevných materiálů je prakticky stejný jako u obvyklých materiálů. Vysokopevnostní materiál je například WNR 1.7765, který se oproti obvyklému materiálu kalí na teplotu 940°C ochlazení do solné lázně o teplotě 190°C a popouští na teplotu 575°C – 630°C na tvrdost HRC 37-41.

### **5.5 Rozdíl při výrobě**

Rozdíl při výrobě pistolové hlavně oproti dlouhé hlavně z vysoce pevných materiálů je nepatrný. Změna nastává teprve po vykování. Pistolová hlaveň se po vykování rozpíchá na jednotlivé hlavně, obvykle se z jednoho polotovaru vyrobí 4-5 hlavní, které se následně obrábí. Viz. 6. kapitola.

## **6. Uved'te konkrétní technologický postup výroby vybrané pistolové hlavě a postup pro hlavě vybrané dlouhé zbraně.[4]**

### **6.1 Hlavě dlouhé zbraně**

#### **MALORÁŽKA CZ 452 [4]**

- Operace 10 (řezání): Válcový materiál se uřízne na rozměr.
- Operace 20 (zarovnání): Zarovnají se čela a na jedné straně se udělá osazení pro upínací kužel na hloubkové vrtače.
- Operace 30 (vrtání): V Materiálu se vyvrtá o 20 % větší průměr, než bude vnitřní průměr vývrtu po dokončení.
- Operace 40 (zahloubení): Otvor se z obou stran zahloubí.
- Operace 50 (kontrola rovinnosti): Kontrola se provádí pomocí stínu.
- Operace 60 (soustružení): Povrch se osoustruží pro kovací stroj.
- Operace 70 (osazení): na jedné straně se udělá osazení na unašeč pro kovací stroj.
- Operace 80 (soustružení): na druhé straně se osoustruží kužel také pro kovací stroj.
- Operace 90 (kování): připravená trubka se nakovává na trn s drážkami.
- Operace 100 (rovnání): po vykování se rovinnost vývrtu kontroluje a rovná podle stínu.
- Operace 110 (upíchnout): Jeden konec se upíchne, zarovná čelo a zahloubí.
- Operace 120 (osazení): na upíchlém konci se udělá osazení pro kuželový doraz.
- Operace 130 (upíchnout): Hlavě se upíchne z druhé strany a zahloubí.
- Operace 140 (osazení): Osoustruží se průměr pro CNC stroj.
- Operace 150 (obrousit): Uprostřed vybrousit do hladka stopy po kování pro lunetu.
- Operace 160 (obrábět na CNC): Obrobí se povrch, závit u komory a funkční plochy.
- Operace 163 (stabilizační žíhání): Po kování je třeba odstranit vnitřní pnutí
- Operace 167 (kontrola tvrdosti): Kontroluje se tvrdost podle Rockwellovi zkoušky .
- Operace 170 (brousit): Obrousí se povrch hlavě pro lepší vzhled a přesné rozměry.
- Operace 180 (brousit): Brousí se průměr pro nalisování hledí.
- Operace 190 (brousit): Brousí se hlava, kam přijde označení ráže.
- Operace 200 (brousit): Nabrousí se tvar přechodu za komorou.
- Operace 210 (leštit, odjehlit): Zaleští se stopy po lunetě a srazí se ostřiny.
- Operace 220 (soustružit ústí): Hlavě se zakrátí na požadovaný rozměr a osoustruží se tvar kvůli vzhledu.
- Operace 230 (vystružovat komoru): Vystruží se nábojová komora pro usazení náboje v hlavni.

- Operace 240 (razit nápis): Narazí se velikost ráže hlavně.
- Operace 250 (leštit): Nábojová komora se leští smirkovým plátnem.
- Operace 260 (kontrola trhlin): Hlaveň se kontroluje na defektoskopu kvůli vzniklým trhlinám.
- Operace 270 (čistit, rovnat dle stínu): Hlaveň se rovná dle stínu a kontroluje její rovinnost kalibrem.
- Operace 280 (konzervovat): Hlaveň se namáčí do konzervačního oleje.

## **6.2 Hlaveň krátké zbraně [4]**

### **CZ 75 DUTY**

- Operace 10 (řezání): Válcový materiál se uřízne na rozměr.
- Operace 20 (zarovnání): Zarovnají se čela a na jedné straně se udělá osazení pro upínací kužel na hloubkové vrtačce.
- Operace 30 (vrtání): V Materiálu se vyvrtá o 20 % větší průměr, než bude vnitřní průměr vývrtu po dokončení.
- Operace 40 (zhloubení): Otvor se z obou stran zhloubí.
- Operace 50 (osazení): Osoustruží se osazení pro upínač na kopírovací soustruh.
- Operace 60 (soustružení): Povrch se osoustruží na prokovací stroj.
- Operace 70 (osazení): Na jedné straně se udělá osazení na unašeč pro kovací a honovací stroj.
- Operace 80 (soustružení): Na druhé straně se odsoustruží opěrný kužel také pro kovací stroj.
- Operace 85 (honování): Honováním se zkvalitňuje povrch díry před kováním.
- Operace 90 (kování): Připravená trubka se nakovává na trn s drážkami.
- Operce 100 (odsoustružení hlavy): Po vykování se odsoustruží zbytek materiálu, který se nevykoval aby byla hlaveň válcová .
- Operace 110 (obrábět na CNC): Hlaveň se rozpíchá na 4-5 kusů, které se osoustruží a ofrézují na hrubo pro následné operace funkčních ploch.
- Operace 120 (třídít): Hlavně se kontrolují na vzhled vývrtu.
- Operace 130 (osoustružit): Osoustruží se povrch hlavně mezi hroty pro odstranění případné házivosti.
- Operace 140 (odmastit): Hlaveň se odmastí před stabilizací.

- Operace 150 (stabilivost ): Hlaveň se stabilizačně žihá.
- Operace 160 (konzervovat): po stabilizaci se musí nakonzervovat.
- Operace 170 (rovnat): Hlaveň se srovná podle stínu, aby byl vývrt rovný a mohlo se od něho dále vycházet na dalších operacích.
- Operace 180 (brousit): Brousí se průměr mezi hroty, za který se hlaveň upíná na CNC frézky.
- Operace 190 (obrábět na CNC): Obrábí se všechny funkční plochy.
- Operace 200 (ručně upravit): Opilují se případné otřepy.
- Operace 210 (vystružit komoru): Vystruží se nábojová komora pro usazení náboje v hlavni.
- Operace 220 (leštit skluzavku): Leštit skluzavku pro nízké tření při nabíjení náboje do nábojové komory.
- Operace 230 (leštit nábojovou komoru): Nábojová komora se leští smirkovým plátnem.
- Operace 240 (kontrola trhlin): Hlaveň se kontroluje na defektoskopu kvůli vzniklým trhlinám.
- Operace 250 (odmastit): Hlaveň se musí odmastit před kalením.
- Operace 260 (termálně kalit): Hlaveň se zakalí, aby byla odolná proti opotřebení.
- Operace 270 (popustit): Hlaveň se popouští na 35-45 HRC.
- Operace 280 (konzervovat): Hlaveň se namáčí do konzervačního oleje po tepelném zpracování.
- Operace 290 (kontrola tvrdosti): Kontrola jestli byla dosažená správná tvrdost po tepelném zpracování.
- Operace 300 (rovnat): Hlaveň je třeba srovnat po tepelném zpracování.
- Operace 310 (brousit): Brousí se uzamykací ozuby.
- Operace 320 (konzervace): Hlaveň se konzervuje.



# ZÁVĚR

Hlaveň je nejdůležitější část zbraně. Patří mezi hlavní části zbraně. Výroba hlavně je velice specifická a složitá. Hlaveň slouží k vedení střely při výstřelu a udělení střely rotaci dýky čemuž je střela stabilizovaná a schopná zasáhnout přesně cíl. Tato práce je rozdělena do šesti kapitol které analyzují celou výrobu hlavně rotačním kovááním za studena.

V první kapitole je uveden obecně postup výroby hlavně rotacím kovááním zastudena. Uvedl jsem zde obecně, jak kovací stroj pracuje, co je nutné pro vykování hlavně za předpokladu, že je polotovár před kovááním dobře připraven.

Druhá kapitola je jedna z nejdůležitějších, je zde popsán celý proces výroby hlavně a důležité informace které je třeba znát pro výrobu hlavně. Začíná přípravou na vrtání jak je třeba materiál upravit před vrtáním. Popisuje samotné vrtání hlavně následné připravení hlavně na kováání. Operace kováání je zde popsána z jiného pohledu než v první kapitole. Následné operace po kováání. Příprava pro obráběcí CNC stroje, tepelné zpracování, které je velice důležité je zde podrobně popsáno. Je zde zahrnuto komorování a dokončovací operace.

Třetí kapitole analyzuje jednotlivé důležité nástroje pro výrobu hlavně. Jejich dosahované drsnosti povrchu a vliv na kvalitu hlavně.

Čtvrtá kapitola je o potřebných strojích především je zde popsán kovací stroj, který je nejdůležitější pro výrobu drážkování v hlavní ale jsou zde popsány i ostatní stroje jako například honovací stroj.

V páté kapitole je zhodnocena metody výroby hlavně kovááním z hlediska produktivity a kvality hlavně a možnost zlepšování kvality hlavně

V poslední kapitole jsou uvedeny dva konkrétní postupy dlouhé hlavně a pistolové hlavně.

Závěrem bych chtěl říct, že díky této práci jsem se dozvěděl spoustu nových a důležitých informací o výrobě hlavně.

# SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] HODNOCENÍ KVALITY VÝVRTU BROKOVÉ HLAVNĚ Bc. VÍTĚZSLAV VESPALEC

[2] Ing. Bohuslav DRIML KALENÍ A POPOUŠTĚNÍ

[3] Firemní předpisy České zbrojovky v Uherském Brodě

[4] Technologické předpisy